

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



⑭ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**  
⑬ **DE 197 46 889 A 1**

⑮ Int. Cl.<sup>6</sup>  
**B 60 T 8/24**  
B 60 T 8/60  
B 60 K 28/10  
B 60 K 41/20  
B 62 D 37/00

⑰ Aktenzeichen: 197 46 889.6  
⑱ Anmeldetag: 23. 10. 97  
⑲ Offenlegungstag: 20. 5. 98

**DE 197 46 889 A 1**

⑳ Unionspriorität:  
P 8-299660 23. 10. 96 JP  
㉑ Anmelder:  
Aisin Seiki K.K., Kariya, Aichi, JP  
㉒ Vertreter:  
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

㉓ Erfinder:  
Nakashima, Hiroshi, Nishio, Aichi, JP; Hamada,  
Toshiaki, Okazaki, Aichi, JP; Mihara, Jun, Toyooka,  
Aichi, JP; Terebe, Hitoshi, Nishio, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. 5 44 PatG ist gestellt

⑤④ Fahrzeugbewegungssteuerungssystem

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung ist auf ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gerichtet zur Aufrechterhaltung der Fahrzeugstabilität selbst in dem Fall, in welchem sich das Fahrzeug neigt, wenn das Fahrzeug sich in Kurvenbewegung befindet, wobei eine Bremskraftsteuerungseinheit vorgesehen ist, für das Steuern einer Bremskraft, welche an jedem der vorderen und hinteren Räder des Fahrzeuges angelegt wird. Das System hat eine Neigungserfassungseinheit, welche eine Neigung einer normalen Achse des Fahrzeuges zu dessen vertikaler Achse erfaßt, sowie eine Kurvenbestimmungseinheit, welche einen Kurvenzustand des Fahrzeuges einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem bestimmt. Eine Giermomentsteuerungseinheit ist vorgesehen für das Steuern der Bremskraftsteuerungseinheit, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges entsprechend der Neigung zu erzeugen, welche durch die Neigungserfassungseinheit erfaßt ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

**DE 197 46 889 A 1**

DE 197 46 889 A 1

1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem für die Steuerung bzw. Kontrolle einer Bewegung eines Fahrzeugs in Übereinstimmung mit einem Kippen des Fahrzeugs, wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewegung befindet.

Gemäß dem Stand der Technik wird ein Fahrzeug mit einem aktiv gesteuerten Aufhängungssystem ausgerüstet, welches automatisch die Fahrzeugstellung sowie den Komfort regelt bzw. steuert. Das aktiv gesteuerte Aufhängungssystem ist dafür ausgebildet, eine für einen Hydraulikdruck verantwortliche Betätigungseinrichtung zu steuern, die an jedem Rad des Fahrzeugs wirkmontiert ist, und zwar im Ansprechen auf eine Fahrbedingung bzw. einen Fahrzustand des Fahrzeugs, einen Straßenzustand usw., wie es beispielsweise in einem Betriebshandbuch für ein japanisches Kraftfahrzeug "Toyota Soarer" offenbart ist, welches im Mai 1991 in Seite 3-54 bis 3-59 veröffentlicht wurde.

Gemäß dem aktiv gesteuerten Aufhängungssystem wird die Fahrzeugpositionssteuerung ausgeführt durch Bestimmen der Fahrzeugposition bzw. der Fahrzeugstellung auf der Basis von Ausgangssignalen zahlreicher Sensoren und durch Steuern von Druckregelventilen, derart, daß die Fahrzeugstellung im wesentlichen stabil in jeglichen Fahrzuständen gehalten wird. Wenn beispielsweise das Fahrzeug sich in Kurvenfahrt befindet, dann wird eine Anti-Roll-Steuerung ausgeführt durch Betätigen einer Betätigungseinrichtung zur Steuerung von rechten und linken Druckzylindern im Ansprechen auf eine Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs, die erfaßt wird durch einen Seitenbeschleunigungssensor. Folglich wird die Kurvenbewegung des Fahrzeugs in solch einem stabilen Zustand durchgeführt, daß die Fahrzeugstellung im wesentlichen horizontal beibehalten werden kann. Gemäß dem vorstehend beschriebenen aktiv gesteuerten Aufhängungssystem müssen jedoch die Betätigungseinrichtung sowie die Druckzylinder, welche hierdurch gesteuert werden, für jedes Fahrzeugrad vorgesehen werden, wobei das Steuerungssystem verkompliziert wird. Im Vergleich zu herkömmlichen Aufhängungssystemen wird daher die Anzahl an für das aktiv gesteuerte Aufhängungssystem notwendigen Teilen erhöht, wobei das System als ein ganzes hinsichtlich dessen Abmessungen groß baut und hohe Kosten verursacht.

Es ist folglich eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug mit einem herkömmlichen Aufhängungssystem zu schaffen, wobei die Fahrzeugbewegung in geeigneter Weise gesteuert werden kann, selbst in dem Fall, wonach das Fahrzeug gekippt wird, wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewegung befindet.

Zur Erreichung des vorstehend genannten sowie weitere Ziele wird ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem geschaffen für das Aufrechterhalten der Stabilität eines Kraftfahrzeugs, wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenfahrt befindet, und welches folgende Bauteile hat: eine Bremskraft- bzw. Bremsdruckregelvorrichtung für das Regeln des Bremsdrucks, welche an jedes der vorderen und hinteren Räder des Fahrzeugs angelegt wird, eine Kipperfassungseinheit für das Erfassen einer Kippbewegung einer Normalachse des Fahrzeugs zu dessen Vertikalachse sowie eine Kurvenbestimmungseinheit für das Bestimmen eines Kurvenzustands des Fahrzeugs einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem. Das System hat des weiteren eine Giermomentsteuerungseinheit, welche die Bremsdruckregelvorrichtung steuert, um ein Giermoment in eine Richtung entgegengesetzt zu der Kurvenrichtung des Fahrzeugs zu erzeugen und zwar im Ansprechen auf die Kippbewegung, welche durch

2

die Kipperfassungseinheit erfaßt wird, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

Die Giermomentsteuerungseinheit kann dafür vorgesehen sein, eines der vorderen Räder des Fahrzeuges, welches sich an der Außenseite einer Kurve des Fahrzeugbewegungspfad befindet, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit auszuwählen und welches dafür vorgesehen ist, die Bremsdruck- bzw. Bremskraftsteuerungseinheit zu steuern, um den Bremsdruck an das eine der vorderen Räder anzulegen, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad befindet und zwar im Ansprechen auf die Kippbewegung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist.

Vorzugsweise hat das System des weiteren eine Radgeschwindigkeitserfassungseinheit für das Erfassen einer Radgeschwindigkeit für jedes Rad des Fahrzeuges, wobei die Giermomentsteuerungseinheit eine Sollsclupfrateneinstellungseinheit für das Einstellen einer Sollscluprate für jedes Rad des Fahrzeuges im Ansprechen auf die Kippbewegung hat, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist, eine Istschlupfratenmeßeinheit hat, für das Messen einer aktuellen bzw. einer Istschluprate für jedes Fahrzeugrad sowie eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit hat, für das Berechnen einer Abweichung zwischen der gewünschten bzw. der Sollscluprate und der aktuellen bzw. der Istschluprate. Des weiteren kann die Giermomentsteuerungseinheit dafür vorgesehen sein, die Bremsdrucksteuerungseinheit im Ansprechen auf die Abweichung zu steuern, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit berechnet worden ist.

Das System kann des weiteren eine Antriebskraftsteuerungseinheit haben für das Steuern einer Antriebskraft, welche an das Fahrzeug angelegt wird, sowie eine Geschwindigkeitsverringereinheit haben, für das Steuern von zumindest einer der nachfolgenden Einheiten nämlich der Bremsdrucksteuerungseinheit und der Antriebskraftsteuerungseinheit, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges im Ansprechen auf die Kippbewegung zu verringern, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet. Die Giermomentsteuerungseinheit kann dafür vorgesehen sein, eines der zwei vorderen Fahrzeugräder, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad befindet, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit auszuwählen und die des weiteren dafür vorgesehen ist, den Bremsdruckregelvorrichtung zu steuern, um den Bremsdruck an eines der Vorderräder anzulegen, welches an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad angeordnet ist und zwar in Übereinstimmung mit der Kippbewegung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen.

Fig. 1 ist ein generelles Blockdiagramm, welches ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 2 ist ein schematisches Blockdiagramm eines Fahrzeuges, welches das Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel umfaßt.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel einer Hydraulikbremsdrucksteuerungseinrichtung zur Verwendung in dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 4 ist eine Flußkarte, welche eine Hauptroutine der

## DE 197 46 889 A 1

3

Fahrzeugbewegungssteuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt,

Fig. 5 ist eine Flußkarte, die eine Unteroutine zur Berechnung eines Fahrzeugkippens entsprechend dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt,

Fig. 6 ist ein Diagramm, das für ein anderes Ausführungsbeispiel zur Berechnung des Fahrzeugkippens gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist,

Fig. 7 ist eine Flußkarte, die eine Unteroutine einer Lenkungssteuerung durch Bremsung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

Fig. 8 ist eine Flußkarte, die eine Hydraulikdruckservosteuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

Fig. 9 ist ein Diagramm, das einen Bereich zur Bestimmung des Starts und des Endes der Übersteuerungs-Unterdrückungs-Steuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

Fig. 10 ist ein Diagramm, das einen Bereich zur Bestimmung des Starts und des Endes der Untersteuerungs-Unterdrückungs-Steuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

Fig. 11 ist ein Diagramm, welches die Beziehung zwischen den Druck-Steuerungsmodi und Parametern zur Verwendung in der Hydraulikbremsdrucksteuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 12 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen einem Fahrzeugschlupfwinkel und einem Faktor zur Berechnung der Parameter gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel darstellt und

Fig. 13 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Fahrzeugkippbewegung und einem Faktor zur Korrektur einer gewünschten bzw. einer Sollschlupfrate für ein Vorderrad darstellt, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad befindet.

Mit Bezug auf die Fig. 1 wird schematisch ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei eine Bremskraft- bzw. eine Bremsdruckregleinheit BC vorgesehen ist für das Regeln eines Bremsdrucks, der an jedes der Vorderräder FL, FR und Hinterräder RL, RR eines Fahrzeuges angelegt wird. Das System umfaßt eine Kipperfassungseinheit ID, welche ein Kippen einer Normalachse des Fahrzeuges zu deren Vertikalachse bzw. eine Neigung des Fahrzeuges erfaßt sowie eine Kurvenbestimmungseinheit TD, welche ein Kurvenzustand des Fahrzeuges einschließlich dessen Kurvenrichtung bestimmt. Eine Giermomentsteuerungseinheit YM ist vorgesehen, für das Steuern der Bremsdruckregleinheit BC, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen zu der Kurvenrichtung des Fahrzeuges zu erzeugen im Ansprechen auf das Kippen, welches durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt wird, wenn die Kurvenbestimmungseinheit TD bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet. Die Giermomentsteuerungseinheit YM kann dafür vorgesehen sein, eines der Vorderräder FL, FR auszuwählen, welches sich auf der Außenseite einer Kurve im Fahrzeugbewegungspfad befindet und zwar in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit und welche dafür vorgesehen ist, die Bremsdruckregleinheit BC zu steuern, um den Bremsdruck an das eine der Vorderräder FL, FR anzulegen, welches sich an der Außenseite der Kurve bezüglich des Fahrzeugbewegungspfad befindet, und zwar in Übereinstimmung mit dem Kippen, welches durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt

4

wird. Für die Kipperfassungseinheit ID können Fahrzeughöhen Sensoren verwendet werden, wobei Gier Ratesensoren und Ähnliches für die Kurvenbestimmungseinheit TD verwendet werden können.

Das Fahrzeugbewegungssteuerungssystem kann des weiteren Radgeschwindigkeitssensoren wie S umfassen, von denen jedes eine Radgeschwindigkeit für jedes Fahrzeugrad erfaßt. Anschließend kann, wie durch die unterbrochenen Linien in der Fig. 1 dargestellt wird, die Giermomentsteuerungseinheit YM folgende Elemente aufweisen, eine Sollschlupfrateneinstelleinheit DS für das Einstellen bzw. Festlegen einer gewünschten bzw. einer Sollschlupfrate für jedes Fahrzeugrad im Ansprechen auf die Kippbewegung, welche durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt wird, eine aktuelle bzw. Istschlupfrateneinstelleinheit SP für das Messen einer aktuellen bzw. einer Istschlupfrate für jedes Fahrzeugrad und eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit SD für das Berechnen einer Abweichung zwischen der Sollschlupfrate und der Istschlupfrate, so daß die Giermomentsteuerungseinheit YM dafür vorgesehen ist, die Bremsdruckregleinheit BC zu steuern im Ansprechen auf die Abweichung, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit SD berechnet wird.

Das Fahrzeugbewegungssteuerungssystem kann ausgebildet sein durch die Bremsdruckregleinheit BC, die Kipperfassungseinheit ID, die Kurvenbestimmungseinheit TD, eine Antriebskraftsteuerungseinheit DR zur Steuerung einer Antriebskraft, welche auf das Fahrzeug aufgebracht wird und eine Geschwindigkeitsverringereinheit DC, welche die Bremsdruckregleinheit BC und/oder die Antriebskraftsteuerungseinheit DR steuert, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges im Ansprechen auf die Kippbewegung zu verringern, welche durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt wird, wenn die Kurvenbestimmungseinheit TD bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

Insbesondere werden die Einzelheiten des Ausführungsbeispiels das in der Fig. 1 dargestellt ist, in den Fig. 2 bis 13 dargestellt. Wie in der Fig. 2 gezeigt wird hat das Fahrzeug einen Motor IG, der mit einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung FI sowie einer Drosselsteuerungseinrichtung DH versehen ist, welche dafür vorgesehen ist, eine Hauptdrosselöffnung eines Hauptdrosselventils MT im Ansprechen auf den Betrieb eines Beschleunigungsventils AP zu steuern. Die Drosselsteuerungseinrichtung TH hat ein Nebendrosselventil ST, welches im Ansprechen auf ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit ECU betätigt wird, um eine Nebendrosselöffnung zu regeln. Des weiteren wird die Kraftstoffeinspritzeinrichtung FI im Ansprechen auf ein Ausgangssignal der elektronischen Steuerungseinheit ECU betätigt, um den Kraftstoff, welcher in den Motor IG eingespritzt wird, zu regeln. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Motor EG mit den Hinterrädern RL, RR über ein Getriebe GS sowie ein Differenzialgetriebe DF verbunden, um ein Heckantriebssystem zu schaffen, wobei jedoch die vorliegende Erfindung nicht auf das genannte Heckantriebssystem begrenzt ist. Das Rad FL bezeichnet das Rad an der vorderen linken Seite gesehen von der Position eines Fahrersitzes aus, das Rad FR bezeichnet das Rad an der vorderen rechten Seite, das Rad RL bezeichnet das Rad an der hinteren linken Seite und das Rad RR bezeichnet das Rad an der rechten hinteren Seite.

Mit Bezug auf ein Bremssystem gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind Radbremszylinder WB, WB, WB, WB an den Vorderrädern FL, FR und den Hinterrädern RL, RR des Fahrzeuges jeweils wirkmontiert, wobei jeder an eine Hydraulikbremsdruckregleinrichtung PC fluidangeschlossen ist. Die Druckregleinrichtung PC kann in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ausgeführt sein, wie in der Fig.

DE 197 46 889 A 1

5

3 dargestellt ist, welche im nachfolgenden im einzelnen erläutert wird.

Wie in der Fig. 2 dargestellt wird, sind an den Rädern FL, FR, RL, RR jeweils Radgeschwindigkeitssensoren WS1 bis WS4 angeordnet, welche an eine elektronische Steuerungseinheit ECU angeschlossen sind und durch welche ein Signal mit Impulsen proportional zu einer Rotationsgeschwindigkeit jedes Rades, d. h., ein Radgeschwindigkeitssignal zu der elektronischen Steuerungseinheit ECU gesendet wird. Höhensensoren HS1 bis HS4 sind für die Räder jeweils vorgesehen, um eine Höhe bzw. ein Höhenabstand des Fahrzeuges vom Untergrund jedes Rads zu erfassen, wobei das Erfassungssignal ständig an die elektronische Steuerungseinheit ECU ausgegeben wird. Desweiteren sind ein Bremschalter BS, welcher sich einschaltet, wenn das Bremspedal BP niedergedrückt wird und welcher sich ausschaltet, wenn das Bremspedal BP freigegeben wird, ein vorderer Lenkungswinkelsensor SSF für das Erfassen eines Lenkungswinkels  $\delta$  f der Vorderräder FL, FR, ein Seitenbeschleunigungssensor YG für das Erfassen einer Fahrzeugseitenbeschleunigung sowie ein Gierratensensor YS für das Erfassen einer Gierrate des Fahrzeuges vorgesehen. Diese Sensoren sind elektrisch an die elektronische Steuerungseinheit ECU angeschlossen. Bezüglich des Gierratensensors YS wird eine Änderungs- bzw. Variationsrate des Rotationswinkels des Fahrzeuges um eine Normale durch den Gravitationsmittelpunkt des Fahrzeuges, d. h., eine Gierrate  $\gamma$  erfasst und der elektronischen Steuerungseinheit ECU zugeführt. Die Gierrate  $\gamma$  kann auf der Basis einer Radgeschwindigkeitsdifferenz  $V_{dfl}$  zwischen den Radgeschwindigkeiten von nicht angetriebenen Rädern berechnet werden (Radgeschwindigkeiten  $V_{wFL}$ ,  $V_{wFR}$  der Vorderräder FL, FR gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel), d. h.,  $V_{dfl} = V_{wFL} - V_{wFR}$ , so daß auf den Gierratensensor YS verzichtet werden kann. Darüber hinaus kann zwischen den Rädern RL und RR eine Lenkwinkelsteuerung (nicht gezeigt) vorgesehen sein, welche einem Motor (nicht gezeigt) ermöglicht, einen Lenkungswinkel der Räder RL, RR im Ansprechen auf das Ausgangssignal der elektronischen Steuerungseinheit ECU zu steuern.

Wie in der Fig. 2 dargestellt wird, ist die elektronische Steuerungseinheit ECU mit einem Mikrocomputer CMP versehen, welcher die folgenden Bauteile aufweist, eine zentrale Prozeßeinheit oder CPU, ein Read-only-Speicher oder ROM, ein Random-access-Speicher oder RAM, ein Eingangsanschluß IPT sowie ein Ausgangsanschluß OPT usw. Die Signale, welche durch jeden der Radgeschwindigkeitssensoren WS1 bis WS4, den Bremschalter BS, den vorderen Lenkungswinkelsensor SSF, den Gierratensensor YS und den Seitenbeschleunigungssensor YG erfasst werden, werden an den Eingangsanschluß IPT über jeweilige Verstärkerschaltungen AMP angelegt und anschließend der zentralen Prozeßeinheit CPU zugeführt. Anschließend werden Steuerungssignale von dem Ausgangsanschluß OPT zu der Drosselsteuerungseinrichtung TH und Hydraulikdrucksteuerungseinrichtung PC über jeweilige Treiberschaltungen ACT angelegt.

In dem Mikrocomputer CMP speichert der Read-only-Speicher ROM ein Programm entsprechend den Fluskkarten, welche in den Fig. 4 bis 8 dargestellt sind, wobei die zentrale Prozeßeinheit CPU das Programm ausführt, während der Start- bzw. Zündschalter (nicht gezeigt) geschlossen wird, und wobei der Random-access-Speicher RAM zeitweise variable Informationen oder Daten abspeichert, welche zur Ausführung des Programms erforderlich sind. Eine Mehrzahl von Mikrocomputern können für jede Steuerung wie beispielsweise die Drosselsteuerung vorgesehen sein oder können vorgesehen sein für das Ausführen verschiede-

6

ner Steuerungen und die elektrisch miteinander verbunden sind.

Die Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Hydraulikbremsdruckregelung PC, welche folgende Elemente hat: Einen Hauptzylinder MC sowie einen Hydraulikverstärker HB, die im Ansprechen auf das Niederdrücken des Bremspedals BP aktiviert werden. Der Hydraulikverstärker HB ist an eine Hilfsdruckquelle AP angeschlossen, wobei beide an ein Niederdrucktank RS angeschlossen sind, an welchen ferner auch der Hauptzylinder MC angeschlossen ist. Die Hilfsdruckquelle AP umfaßt eine Hydraulikdruckpumpe HP sowie einen Speicher AC. Die Pumpe HP wird durch einen elektrischen Motor M angetrieben, um ein Bremsfluid innerhalb des Tanks RS unter Druck zu setzen, um das druckbeaufschlagte Bremsfluid bzw. den Hydraulikbremsdruck durch ein Rückschlagventil CV6 in den Speicher AC zu entspannen, um diesen darin zu speichern. Der elektrische Motor M beginnt seinen Betrieb, wenn der Druck innerhalb des Speichers AC unterhalb eines vorbestimmten unteren Grenzwertes absinkt und stoppt den Betrieb, wenn der Druck innerhalb des Speichers AC angestiegen ist, um einen vorbestimmten oberen Grenzwert zu überschreiten. Ein Überdruckventil RV ist zwischen dem Speicher AC und dem Tank RS vorgesehen. Folglich ist es derart angeordnet, daß ein sogenannter Leistungsdruck in geeigneter Weise von dem Speicher AC zu dem Hydraulikverstärker HB förderbar ist. Der Hydraulikverstärker HB empfängt den Hydraulikbremsdruck, welcher von der Hilfsdruckquelle AP abgegeben wird und regelt diesen auf einen Verstärkungsdruck proportional zu einem Steuerdruck, welcher von dem Hauptzylinder MC abgegeben wird, und welcher folglich durch den Verstärkerdruck verstärkt wird. In einem Hydraulikdruckkreis für das Anschließen des Hauptzylinders MC mit jedem der vorderen Radbremszylinder Wf, WFL sind Solenoidventile SA1 und SA2 angeordnet, welche an Solenoidventile PC1, PC5 und Solenoidventile PC2, PC6 über Steuerkanäle Pf1 und Pf2 jeweils angeschlossen sind. In den Hydraulikdruckkreisen für das Anschließen des Hydraulikverstärkers HB mit jedem der Radbremszylinder Wf, WFL usw. sind ein Solenoidventil SA3, Solenoidventile PC1-PC8 zur Verwendung bei der Regelung der Abgabe und Entspannung des Bremsfluids angeordnet, wobei ein Proportionaldruckverringerungsventil PV auf Seiten der Hinterräder angeordnet ist. Schließlich ist die Hilfsdruckquelle AP an die stromabwertige Seite des Solenoidventils SA3 über ein Solenoidventil STR angeschlossen. Die Hydraulikkreise sind in ein Vorderkreissystem und ein Hinterkreissystem unterteilt, wie in der Fig. 3 gezeigt wird, um ein vorderes und hinteres Zweikreissystem gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auszubilden, wohingegen natürlich auch ein Diagonalkreissystem angewendet werden kann.

Mit Bezug auf den vorderen Hydraulikdruckkreis sind die Solenoidventile PC1 und PC2 an das Solenoidventil STR angeschlossen, welches ein zwei Anschlüsse zwei Stellungen-solenoidbetätigtes Ventil von normalerweise geschlossener Bauart darstellt und betätigbar ist, um die Solenoidventile PC1 und PC2 direkt mit dem Speicher AC fluidzuverbinden. Die Solenoidventile SA1 und SA2 sind jeweils ein drei Anschlüsse zwei Stellungen-solenoidbetätigtes Ventil, welches in einer ersten Betätigungsposition gemäß der Fig. 3 platziert ist, wenn es nicht erregt ist, durch welches jeder der Radbremszylinder Wf und WFL mit dem Hauptzylinder MC1 verbunden wird. Wenn die Solenoidventile SA1 und SA2 erregt werden, dann werden sie in deren zweite Betriebspositionen jeweils platziert, in welcher beide der Radbremszylinder Wf und WFL in einer Verbindung mit dem Hauptzylinder MC gehindert werden, wobei

gegen den Radbremszylinder Wf mit den Solenoidventilen PC1 und PC5 verbunden wird und der Radbremszylinder Wf1 mit den Solenoidventilen PC2 und PC6 jeweils verbunden wird. Parallel zu den Solenoidventilen PC1 und PC2 sind jeweils Rückschlagventile CV1 und CV2 angeordnet. Die Einlaßseite des Rückschlagventils CV1 ist an den Kanal Pfr angeschlossen, wohingegen die Einlaßseite des Rückschlagventils CV2 an den Kanal PfH angeschlossen ist. Das Rückschlagventil CV1 ist dafür vorgesehen, um die Strömung des Bremsfluids in Richtung zu dem Hydraulikverstärker HB zuzulassen und die umgekehrte Strömung zu verhindern. In dem Fall, in welchem das Solenoidventil SA1 erregt wird, um in dessen zweite Position plaziert zu werden, wird folglich für den Fall, daß das Bremspedal BP freigegeben wird, der Hydraulikdruck in dem Radbremszylinder Wf schnell auf den Druck reduziert, welcher von dem Hydraulikverstärker HB abgegeben wird. Das Rückschlagventil CV2 ist in der gleichen Weise wie das Rückschlagventil CV1 angeordnet.

Mit Bezug zu dem hinteren Hydraulikdruckkreis ist das Solenoidventil SA3 ein zwei Anschlüsse zwei Stellungs-solenoidbetätigtes Ventil, welches, wie in der Fig. 3 dargestellt ist, normalerweise geöffnet ist, so daß die Solenoidventile PC3 und PC4 mit dem Hydraulikverstärker HB über das Proportionalventil PV fluidverbunden sind. In diesem Fall wird das Solenoidventil STR in dessen geschlossener Stellung positioniert, um die Verbindung mit dem Speicher AC zu unterbrechen. Wenn das Solenoidventil SA3 erregt wird, dann wird es in dessen geschlossener Stellung plaziert, in welcher beide Solenoidventile PC3 und PC4 an einer Verbindung mit dem Hydraulikverstärker HB gehindert werden, wohingegen sie mit dem Solenoidventil STR über das Proportionalventil PV verbunden werden, so daß sie mit dem Speicher AC fluidverbunden sind, wenn das Solenoidventil STR erregt wird. Parallel zu den Solenoidventilen PC3 und PC4 sind jeweils Rückschlagventile CV3 und CV4 angeordnet. Die Einlaßseite des Rückschlagventils CV3 ist an den Radbremszylinder WRR angeschlossen, wohingegen die Einlaßseite des Rückschlagventils CV4 an den Radbremszylinder Wf1 angeschlossen ist. Die Rückschlagventile CV3 und CV4 sind dafür vorgesehen, um die Strömung des Bremsfluids in Richtung zu dem Solenoidventil SR3 zu erlauben, jedoch die umgekehrte Strömung zu verhindern. Falls das Bremspedal BP freigegeben wird, wird folglich der Hydraulikdruck in jedem der Radbremszylinder Wrr, Wf1 schnell auf den Druck reduziert, welcher von dem Hydraulikverstärker HB abgegeben wird. Darüberhinaus ist das Rückschlagventil CV5 parallel zu dem Solenoidventil SA3 angeordnet, so daß das Bremsfluid von dem Hydraulikverstärker HB zu den Radbremszylindern in Anspruch auf das Niederdrücken des Bremspedals BP zugeführt werden kann.

Die vorstehend beschriebenen Solenoidventile SA1, SA2, SA3, STR und Solenoidventile PC1-PC8 werden durch die elektronische Steuerungseinheit ECU gesteuert, um verschiedene Steuerungsmodi zur Steuerung der Stabilität des Fahrzeugs zu erhalten, wie beispielsweise die Lenkungssteuerung durch Bremsen, Antischlupfsteuerung, Antiblockiersteuerung und andere verschiedene Steuerungsmodi. Wenn beispielsweise bestimmt wird, daß eine exzessive Übersteuerung während einer Kurvenfahrt auftritt, dann wird eine Bremskraft bzw. ein Bremsdruck an ein vorderes Rad angelegt, welches an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugpfades beispielsweise angeordnet ist, um ein Moment zu erzeugen, welches das Fahrzeug dazu zwingt, in die Richtung zur Außenseite der Kurve hin sich zu drehen, d. h., ein auswärtsorientiertes Moment und zwar in Übereinstimmung mit einer Übersteuerungsunterdrückungssteuerung,

welche als eine Fahrzeugstabilitätssteuerung bezeichnet werden kann. Wenn bestimmt wird, daß ein exzessives Untersteuern auftritt, während sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewegung befindet, dann wird beispielsweise der Bremsdruck bzw. die Bremskraft an ein Vorderrad angelegt, welches sich an der Außenseite der Kurve befindet und desweiteren an beide Hinterräder angelegt, um ein Moment zu erzeugen, welches das Fahrzeug dazu zwingt, sich in die Richtung zur Innenseite der Kurve hin zu drehen, d. h., ein einwärtsorientiertes Moment, und zwar in Übereinstimmung mit einer Untersteuerungsunterdrückungssteuerung, welche als eine Spurbaltesteuerung bezeichnet werden kann. Die vorstehend beschriebene Übersteuerungsunterdrückungssteuerung sowie die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung können insgesamt als eine Lenkungssteuerung durch Bremsung bezeichnet werden.

Wenn folglich die Lenkungssteuerung durch Bremsung, welche ausgeführt werden kann ungeachtet eines Niederdrückens des Bremspedals BP, durchgeführt wird, dann wird der Hydraulikdruck nicht von dem Hydraulikverstärker HB und dem Hauptzylinder MC abgegeben. Aus diesem Grunde werden die Solenoidventile SA1 und SA2 in deren zweite Stellung plaziert, das Solenoidventil SA3 wird in dessen geschlossener Position plaziert und schließlich wird das Solenoidventil STR in dessen offener Position plaziert, so daß der Leistungsdruck an den Radbremszylinder Wf r. u. s. w. abgegeben werden kann und zwar durch das Solenoidventil STR und jedem der Solenoidventile PC1-PC8, welche in deren offenen Positionen plaziert sind. Folglich wird durch die Solenoidventile PC1-PC8, welche erregt oder entregt werden, der Hydraulikdruck in jedem Radzylinder in einer Druckschnellerhöhungzone schnell erhöht, in einer Druckimpulserhöhungzone graduell erhöht, in einer Druckimpulsverringerungszone graduell verringert, in einer Druckschnellverringerungszone schnell verringert und in einer Druckhaltezone gehalten, so daß die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und/oder die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden kann, wie vorstehend bereits ausgeführt wurde.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das wie vorstehend beschrieben ausgeführt ist, wird eine Programmroutine für die Fahrzeugbewegungssteuerung einschließlich der Lenkungssteuerung durch Bremsung, der Antischlupfsteuerung bzw. Antiblockiersteuerung u. s. w. durch die elektronische Steuerungseinheit ECU ausgeführt, wie nachfolgend noch mit Bezug auf die Fig. 4 bis 8 beschrieben wird. Die Programmroutine startet, wenn ein Zündschalter (nicht gezeigt) eingeschaltet wird. Zu Beginn erzeugt das Programm für die Fahrzeugbewegungssteuerung, wie es in der Fig. 4 dargestellt ist, eine Initialisierung des Systems in Schritt 101, um verschiedene Daten und Informationen zu löschen. In Schritt 102 werden Signale, welche durch die Radgeschwindigkeitssensoren WS1 bis WS4 erfaßt und abgegeben werden, durch die elektronische Steuerungseinheit ECU eingelesen, wobei diese ferner das Signal (Lenkungswinkel  $\delta$  f), welches durch den vorderen Lenkungswinkelsensor SSf erfaßt und abgegeben wird, das Signal (Istgier rate  $\gamma$ ), welches durch den Gieratensensor YS erfaßt und abgegeben wird, das Signal (aktuelle Seitenbeschleunigung Gya), welches von dem Seitenbeschleunigungssensor YG erfaßt und abgegeben wird sowie das Signal (Fahrzeughöhe HFL u. s. w.), welches von den Höhensensoren HS1-HS4 erfaßt und abgegeben wird, einliest.

Anschließend schreibt das Programm zu Schritt 103 fort, in welchem die Radgeschwindigkeit  $Vw^{**}$  (\*\* repräsentiert eines der Räder FL, FR, RL und RR) jedes Rads berechnet wird, wobei die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit  $Vso (= MAX(Vw^{**}))$ , eine geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit

DE 197 46 889 A 1

9

10

Vso\*\* für jedes Rad jeweils berechnet wird und zwar auf der Basis der Radgeschwindigkeit Vw\*\* in Schritt 104. Die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit Vso\*\* kann normalisiert werden, um den Fehler zu verringern, welcher durch eine Differenz zwischen den Rädern, welche an der Innenseite und Außenseite einer Kurve während einer Kurvenfahrt plaziert werden, verursacht wird. In Schritt 105 wird ferner eine aktuelle Schlupfrate bzw. eine Ist-Schlupfrate Sa\*\* auf der Basis der Radgeschwindigkeit Vw\*\* für jedes Rad und der geschätzten Fahrzeuggeschwindigkeit Vso (oder der geschätzten und normalisierten Fahrzeuggeschwindigkeit Nvso\*\*) berechnet, welche in den Schritten 103 bzw. 104 berechnet werden, und zwar in Übereinstimmung mit der nachfolgenden Gleichung:

$$Sa^{**} = (V_{so} - V_{w^{**}}) / V_{so}$$

Desweiteren kann die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit Vso\*\*, die in Schritt 104 erhalten worden ist, differenziert werden, um eine Fahrzeuglängsbeschleunigung Dvso\*\* zu erhalten. Auf der Basis dieser Fahrzeugbeschleunigung Dvso\*\* und der Iseitenbeschleunigung Gya, welche durch den Seitenbeschleunigungssensor YG erfaßt worden ist, kann der Reibungskoeffizient  $\mu^{**}$  für jedes Rad gegenüber einer Straßenoberfläche entsprechend der nachfolgenden Gleichung berechnet werden:

$$\mu^{**} = (Dvso^{**2} + Gya^2)^{1/2}$$

Um den Reibungskoeffizienten gegenüber der Straßenoberfläche zu erfassen, können verschiedene Verfahren unterschiedlich zu dem vorstehend beschriebenen Verfahren vorgesehen sein, wie beispielsweise ein Sensor für das direkte Erfassen des Reibungskoeffizienten gegenüber der Straßenoberfläche zum Beispiel.

Das Programm schreitet dann zu Schritt 106 fort, in welchem ein Rollwinkel  $\theta$  berechnet wird, um die Fahrzeugkipfung bzw. die Fahrzeugkipfbewegung darzustellen, welche nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 5 näher beschrieben wird. Anschließend wird in Schritt 107 eine Fahrzeug-schlupfwinkelgeschwindigkeit D  $\beta$  berechnet, wobei ein Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  in Schritt 108 errechnet wird. Dieser Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  ist ein Winkel, welcher einem Fahrzeugschlupf gegenüber des Fahrzeugbewegungspfad entspricht und welcher wie folgt abgeschätzt werden kann. Das heißt, das zu Beginn die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit D  $\beta$ , welche einen differenzierten Wert des Fahrzeugschlupfwinkels  $\beta$  darstellt, in Schritt 107 gemäß der nachfolgenden Gleichung berechnet wird:

$$D\beta = Gy/V_{so} - \gamma$$

Anschließend wird der Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  in Schritt 108 gemäß der nachfolgenden Gleichung berechnet:

$$\beta = \int (Gy/V_{so} - \gamma) dt$$

wobei "Gy" die Seitenbeschleunigung des Fahrzeuges ist, "Vso" die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeuges ist, die an dessen Gravitationsmittelpunkt gemessen wird und "y" die Gierrate ist. Der Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  kann berechnet werden entsprechend der nachfolgenden Gleichung:

$$\beta = \tan^{-1} (Vy/Vx)$$

wobei "Vx" eine Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ist und "Vy" eine Fahrzeugsseitengeschwindigkeit ist.

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 109 fort, in welchem der Betrieb der Lenkungssteuerung durch Bremsung ausgeführt wird, um eine gewünschte Schlupfrate bzw. eine Soll-Schlupfrate für die Verwendung in der Lenkungssteuerung durch Bremsung zu erhalten, wobei der Bremsdruck, welcher an jedes Rad angelegt wird, in Schritt 117 gesteuert wird und zwar durch die Hydraulikdruckservosteuerung, welche nachfolgend noch näher beschrieben wird, so daß die Drucksteuerungseinrichtung PC im Ansprechen auf den Zustand des in Bewegung sich befindlichen Fahrzeuges gesteuert wird. Die Lenkungssteuerung durch Bremsung ist jeder Steuerung hinzuzufügen, welche in allen der Steuerungsmodi gemäß nachfolgender Beschreibung durchgeführt wird. Die spezielle Initialsteuerung kann ausgeführt werden bevor die Lenkungssteuerung durch Bremsung beginnt und kann ferner ausgeführt werden, bevor die Schlupfsteuerung begonnen wird, jedoch sollte diese beendet werden unmittelbar nach dem die Antiblockiersteuerung begonnen hat. Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 110 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Bedingung für den Start der Antiblockiersteuerung erfüllt wird oder nicht. Falls bestimmt wird, daß die Bedingung bzw. der Zustand sich in dem Antiblockiersteuerungsmodus befindet, dann wird die spezifische Initialsteuerung unmittelbar in Schritt 111 beendet, wo ein Steuerungsmodus gestartet wird, welcher sowohl die Lenkungssteuerung durch Bremsung als auch die Antiblockiersteuerung ausführt.

Falls in Schritt 110 bestimmt wird, daß die Bedingung für das Initialisieren der Antiblockiersteuerung nicht erfüllt worden ist, dann schreitet das Programm zu Schritt 112 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Bedingung für das Initialisieren der Front- und Heckbremsdruckverteilungssteuerung erfüllt wird oder nicht. Falls die Bestimmung in Schritt 112 bejahend ist, so schreitet das Programm zu Schritt 113 weiter fort, in welchem ein Steuerungsmodus zur Ausführung sowohl der Lenkungssteuerung durch Bremsung als auch der Bremsdruckverteilungssteuerung ausgeführt wird, wobei ansonsten das Programm zu Schritt 114 fortschreitet, in welchem bestimmt wird, ob die Bedingung für das Initialisieren der Schlupfsteuerung erfüllt wird oder nicht. Falls die Bedingung für das Initialisieren der Schlupfsteuerung erfüllt wird, dann schreitet das Programm zu Schritt 115 fort, in welchem ein Steuerungsmodus ausgeführt wird, für das Durchführen sowohl der Lenkungssteuerung durch Bremsung als auch der Schlupfsteuerung. Ansonsten wird ein Steuerungsmodus für das Ausführen lediglich der Lenkungssteuerung durch Bremsung in Schritt 116 festgesetzt. Auf der Basis der Steuerungsmodi, welche in der vorstehend beschriebenen Weise eingestellt worden sind, wird die Hydraulikdruckservosteuerung in Schritt 117 ausgeführt, wobei anschließend das Programm zu Schritt 102 zurückkehrt.

In Übereinstimmung mit den Steuerungsmodi, welche in den Schritten 111, 113, 115 und 116 eingestellt worden sind, kann der Nebendrosselöffnungswinkel für die Drosselsteuerungseinrichtung TH eingestellt werden im Ansprechen auf den Zustand des in Bewegung sich befindlichen Fahrzeuges, so daß die Ausgangsleistung des Motors BG verringert werden kann, um die hierdurch erzeugte Antriebskraft zu begrenzen.

Entsprechend dem vorstehend beschriebenen Antiblockiersteuerungsmodus wird der Bremsdruck, der an jedes Fahrzeugrad angelegt wird, gesteuert bzw. geregelt, um das Rad an einem Blockierzustand zu hindern, während sich das Fahrzeug in einem Bremsbetrieb befindet. Bei dem Front-Heck-Bremsdruckverteilungssteuerungsmodus wird eine Verteilung zwischen dem Bremsdruck, der an die Hinterräder angelegt wird und dem Bremsdruck, der an die Vorderräder angelegt wird, derart gesteuert, daß die Fahrzeugstabi-



## DE 197 46 889 A 1

11

lita anfrocht erhalten wird, während sich das Fahrzeug in einem Bremsbetrieb befindet. Desweiteren wird in dem Schlupfsteuerungsmodus der Bremsdruck an das Antriebsrad angelegt und die Drosselsteuerung ausgeführt, um zu verhindern, daß das Antriebsrad während eines Fahrbetriebes des Fahrzeuges schlupft.

Die Fig. 5 zeigt eine Flußkarte zur Berechnung der Fahrzeugkippbewegung bzw. des Fahrzeugkippens (den Rollwinkel  $\theta$ ) durchgeführt in Schritt 106 gemäß der Fig. 4, wobei ein Mittelwert für die Differenz zwischen der Höhe an dem rechten vorderen Rad und der Höhe an dem linken vorderen Rad (HFR - HFL) und die Differenz zwischen der Höhe an dem rechten vorderen Rad und der Höhe an dem linken vorderen Rad (HFR - HPL) berechnet wird, um eine rechte und linke mittlere Höhendifferenz ( $\Delta H$ ) in Schritt 201 zu erhalten. Auf der Basis der Differenz ( $\Delta H$ ) wird der Rollwinkel  $\theta$ , welcher Stellvertretend für die Fahrzeugkipfung ist, in Schritt 202 gemäß der Fig. 5 entsprechend der nachfolgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta H = [(HFR - HFL) + (HRR - HPL)]/2$$

wobei "T" ein Profil bezeichnet.

Alternativ hierzu kann der Rollwinkel  $\theta$  erhalten werden auf der Basis der Seitenbeschleunigung GY da eine Linearität zwischen der Seitenbeschleunigung GY und der Fahrzeugkipfung (dem Rollwinkel  $\theta$ ) besteht, wie dies in der Fig. 6 gezeigt wird. Das Programm kann derart angelegt sein, daß im voraus zu der Berechnung, welche in Schritt 201 durchgeführt wird, mittels des Giertrassensensors YF beispielsweise bestimmt wird, ob sich das Fahrzeug in einer Kurvenfahrt befindet oder nicht, wobei das Programm derart ausgebildet ist, daß dann, falls bestimmt wird, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet, das Programm zu Schritt 201 fortschreitet, wohingegen andererseits das Programm zu der Routine gemäß der Fig. 4 zurückkehrt.

Die Fig. 7 zeigt eine Flußkarte für das Einstellen gewünschter Schlupfraten, welche in Schritt 109 gemäß der Fig. 4 erhalten worden sind, für den Betrieb der Lenkungssteuerung durch Bremsung welche die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung sowie die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung umfaßt. Durch diese Flußkarte werden folglich die gewünschten Schlupfraten in Übereinstimmung mit der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und/oder der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung eingestellt. Zu Beginn wird eine Startzone, welche nachfolgend noch im einzelnen beschrieben wird, in Schritt 300 festgelegt. Anschließend wird in Schritt 301 bestimmt, ob die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt oder beendet werden soll wobei desweiteren in Schritt 302 bestimmt wird, ob die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung gestartet oder beendet werden soll. Insbesondere wird die Bestimmung in Schritt 301 ausgeführt auf der Basis der Bestimmung, ob man sich innerhalb einer Steuerungszone befindet, welche durch Schraffieren auf einer  $\beta$  - D  $\beta$ -Ebene gekennzeichnet ist, wie dies in der Fig. 9 dargestellt wird. D.h., falls sich der Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  sowie die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit  $D\beta$ , welche bei der Bestimmung des Starts oder der Beendigung berechnet werden, in diese Steuerungszone fallen, dann wird die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung gestartet. Wenn jedoch der Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  sowie die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit  $D\beta$  aus der Steuerungszone heraus treten, dann wird die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung derart gesteuert, wie dies durch den Pfeil in der Fig. 9 dargestellt ist, um diese hierdurch zu beenden. Aus diesem Grunde entspricht die Grenze zwischen der Steuerungszone und der nicht Steuerungszone, (welche durch eine zwei-

12

strichpunktirte Linie wie in der Fig. 9 dargestellt wird) der Grenze der Startzone, welche in Schritt 300 festgesetzt wird, so daß die Position der Grenze in Übereinstimmung mit dem Rollwinkel  $\theta$  eingestellt wird. Desweiteren wird die Bremskraft, welche an jedes Rad angelegt wird in einer solchen Weise geregelt daß je weiter sie sich von der Grenze zwischen der Steuerungszone und der nicht Steuerungszone entfernen (zweistrichpunktirte Linie in der Fig. 9) und zwar in Richtung der Steuerungszone desto größer wird der erhaltene Betrag an Steuerung.

Andererseits wird die Bestimmung bezüglich des Starts und der Beendigung in Schritt 302 ausgeführt auf der Basis der Bestimmung, ob man sich innerhalb der Steuerungszone befindet, welche durch Schraffur in der Fig. 10 angezeigt wird. D.h., falls in Übereinstimmung mit der Änderung der aktuellen Seitenbeschleunigung Gya gegenüber einer gewünschten Seitenbeschleunigung Gyt diese aus dem gewünschten bzw. dem Sollzustand fällt, wie durch eine strichpunktirte Linie angezeigt wird und hierbei in die Steuerungszone fällt, dann wird die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung gestartet. Falls er aus der Zone heraustritt, dann wird die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung derart gesteuert, wie dies durch den Pfeil in der Fig. 10 angezeigt wird, um hierdurch beendet zu werden.

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 303 fort, wo bestimmt wird, ob die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll oder nicht. Falls die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung nicht ausgeführt werden soll, dann schreitet das Programm zu Schritt 304 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll oder nicht. In dem Fall, in welchem die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung nicht ausgeführt werden soll kehrt das Programm zu der Hauptroutine zurück. In dem Fall, in welchem in Schritt 304 bestimmt wird, daß die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll, schreitet das Programm zu Schritt 305 fort, in welchem die gewünschte Schlupfrate für jedes Rad auf eine Sollschlupfrate festgesetzt wird, welche zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung vorgesehen ist. Falls in Schritt 303 bestimmt wird, daß die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll, dann schreitet das Programm zu Schritt 306 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt wird oder nicht. In dem Fall, in welchem die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung nicht ausgeführt wird, schreitet das Programm zu Schritt 307 fort, in welchem die Sollschlupfrate für jedes Rad auf eine gewünschte Schlupfrate gesetzt wird, welche zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung vorgesehen ist. In dem Fall, in welchem in Schritt 306 bestimmt wird, daß die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt wird, schreitet das Programm zu Schritt 309 fort, in welchem die Sollschlupfrate für jedes Rad auf eine gewünschte Schlupfrate gesetzt wird, welche für die Verwendung sowohl bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung als auch der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung vorgesehen ist.

Mit Bezug auf die gewünschte Schlupfrate zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung, welche in Schritt 307 festgesetzt wird, werden der Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  sowie die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit  $D\beta$  verwendet. Mit Bezug auf die gewünschte Schlupfrate zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung wird eine Differenz zwischen der Sollseitenbeschleunigung Gyt und der Ist-Seitenbeschleunigung Gya verwendet. Die Sollseitenbeschleunigung Gyt wird berechnet in Übereinstimmung mit den nachfolgenden Gleichungen:



DE 197 46 889 A 1

13

$$\begin{aligned} \text{Gyt} &= \gamma(\theta) \cdot \text{Vso}; \\ \gamma(\theta) &= (\theta f / N \cdot L) \cdot \text{Vso} / (1 + K_h \cdot \text{Vso}^2) \end{aligned}$$

wobei "Kh" ein Stabilitätsfaktor ist, "N" ein Lenkungsübersetzungsverhältnis ist und "L" ein Radstand des Fahrzeugs ist.

In Schritt 305 wird die gewünschte Schlupfrate eines Vorderrads, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugsweges anordnet, als "Stufo" festgesetzt, die gewünschte Schlupfrate eines Hinterrads, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Sturo" festgesetzt und die gewünschte Schlupfrate eines Rades, welches sich an der Innenseite der Kurve anordnet, als "Sturi" festgesetzt. Hinsichtlich der Schlupfrate bezeichnet "r" einen gewünschten Wert, der vergleichbar ist, mit einem gemessenen aktuellen Wert, der durch das Zeichen "a" gekennzeichnet ist. Schließlich bezeichnet das Zeichen "u" die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung, "r" bezeichnet das Hinterrad, "o" bezeichnet die Außenseite der Kurve und "i" bezeichnet die Innenseite der Kurve. In Schritt 307 wird die gewünschte Schlupfrate des Vorderrads, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Stefo" festgesetzt, die gewünschte Schlupfrate des Hinterrads, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, wird als "Stero" festgesetzt und die gewünschte Schlupfrate des Hinterrads, welche sich an der Innenseite der Kurve anordnet, wird als "Steri" festgesetzt, wobei das Zeichen "e" die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung kennzeichnet. Das Zeichen "FW" bezeichnet ein Vorderrad und das Zeichen "RW" bezeichnet ein Hinterrad.

Anschließend schreitet das Programm von Schritt 307 auf Schritt 308 fort, in welchem die gewünschte Schlupfrate "Stefo", welche in Schritt 307 für das Vorderrad eingestellt worden ist, das sich an der Außenseite der Kurve anordnet, mit einem Faktor "Kx" multipliziert wird, um eine neue gewünschte Schlupfrate "Stefo" zu erhalten. Der Verstärkungsfaktor "Kx" wird im Ansprechen auf die Fahrzeugneigung bzw. Kippbewegung (Rollwinkel  $\theta$ ) festgesetzt, derart, um ein vorbestimmtes Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeugs zu erzeugen, d. h., um der Beziehung zu entsprechen, wie in der Fig. 13 gezeigt wird.

Während in Schritt 309 die gewünschte Schlupfrate des Vorderrads, welche sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Stefo" festgesetzt wird, so wird die gewünschte Schlupfrate für das Hinterrad, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Sturo" festgesetzt, wobei die gewünschte Schlupfrate des Hinterrads, das sich an der Innenseite der Kurve anordnet, als "Sturi" festgesetzt wird. D. h., wenn sowohl die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung als auch die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung gleichzeitig ausgeführt wird, dann wird die gewünschte Schlupfrate des Vorderrads, das sich an der Außenseite der Kurve anordnet, derart festgesetzt, daß es die gleiche Rate annimmt, wie die gewünschte Schlupfrate zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung, während die gewünschten Schlupfraten der Hinterräder so festgesetzt werden, daß sie die gleichen Raten annehmen, wie die gewünschten Schlupfraten zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung. In jedem Falle jedoch wird ein Vorderrad, das sich an der Innenseite der Kurve anordnet, d. h., ein nicht angetriebenes Rad eines heckbetrieblenen Fahrzeugs nicht gesteuert, da dieses Rad als ein Referenzrad zur Verwendung bei der Berechnung der geschätzten Fahrzeuggeschwindigkeit verwendet wird.

Die gewünschten Schlupfraten Stefo, Stero und Steri zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung

14

werden berechnet anhand der nachfolgenden jeweiligen Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{Stefo} &= K1 \cdot \beta + K2 \cdot D\beta \\ \text{Stero} &= K3 \cdot \beta + K4 \cdot D\beta \\ \text{Steri} &= K5 \cdot \beta + K6 \cdot D\beta \end{aligned}$$

wobei K1 bis K6 Konstanten sind, die derart festgesetzt sind, um die gewünschten Schlupfraten Stefo, Stero, welche verwendet werden für ein Erhöhen des Bremsdrucks (d. h., ein Erhöhen der Bremskraft) und die gewünschte Schlupfrate Steri zu erzeugen, die verwendet wird für ein Verringern des Bremsdrucks (d. h., für ein Verringern der Bremskraft).

Im Gegensatz hierzu werden die gewünschten Schlupfraten Stefo, Sturo und Sturi zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung berechnet anhand der nachfolgenden jeweiligen Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{Sturo} &= K7 \cdot \Delta Gy \\ \text{Sturi} &= K8 \cdot \Delta Gy \\ \text{Stefo} &= K9 \cdot \Delta Gy \end{aligned}$$

wobei K7 eine Konstante ist für die Erzeugung der gewünschten Schlupfrate Stefo, die verwendet wird zur Erhöhung des Bremsdrucks (bzw. alternativ zur Verringerung des Bremsdrucks), während K8 und K9 Konstanten sind zur Erzeugung der gewünschten Schlupfraten Sturo, Steri, welche beide zur Erhöhung des Bremsdrucks verwendet werden.

Die Fig. 8 zeigt die Hydraulikdruck-Servosteuerung, die in Schritt 117 gemäß der Fig. 4 ausgeführt wird, wobei der Radzylinderdruck für jedes Rad gesteuert wird durch die Schlupfraten-Servosteuerung. In Schritt 401 werden die gewünschten bzw. die Sollschlupfraten  $St^{**}$  welche in Schritt 305, 307, 308 oder 309 festgesetzt werden, eingelesen, um die Sollschlupfrate für jedes Rad des Fahrzeuges zu erhalten. Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 402 fort, in welchem eine Schlupfratenabweichung  $\Delta St^{**}$  für jedes Rad berechnet wird, wobei darüber hinaus das Programm zu Schritt 403 fortschreitet, in welchem eine Fahrzeugbeschleunigungsabweichung  $\Delta DV_{so}^{**}$  berechnet wird. In Schritt 402 wird die Differenz zwischen der Sollschlupfrate  $St^{**}$  und der Ist-Schlupfrate  $Sa^{**}$  berechnet, um die Schlupfratenabweichung  $\Delta St^{**}$  zu erhalten (d. h.,  $\Delta St^{**} = St^{**} - Sa^{**}$ ). Daraufhin wird in Schritt 403 die Differenz zwischen der Fahrzeugbeschleunigung  $DV_{so}^{**}$  eines Rads, welches gesteuert werden soll und jene eines Referenzrads (d. h., eines Rads, welches nicht gesteuert werden soll) berechnet, um die Fahrzeugbeschleunigungsabweichung  $\Delta DV_{so}^{**}$  zu erhalten. Die Ist-Schlupfrate  $Sa^{**}$  sowie die Fahrzeugbeschleunigungsabweichung  $\Delta DV_{so}^{**}$  kann berechnet werden in Übereinstimmung mit einer spezifischen Weise, welche in Abhängigkeit der Steuerungsmodi wie beispielsweise dem Antiblockiersteuerungsmodus, dem Schlupfsteuerungsmodus usw. bestimmt wird.

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 404 fort, in welchem die Schlupfratenabweichung  $\Delta St^{**}$  mit einem vorbestimmten Wert  $Ka$  verglichen wird. Falls ein absoluter Wert der Schlupfratenabweichung  $|\Delta St^{**}|$  gleich oder größer ist als der vorbestimmte Wert  $Ka$ , dann schreitet das Programm zu Schritt 406 fort, in welchem ein integrierter Wert ( $\int \Delta St^{**}$ ) der Schlupfratenabweichung  $\Delta St^{**}$  erneuert wird. D. h., daß ein Wert bezüglich der Schlupfratenabweichung  $\Delta St^{**}$ , der mit einem Verstärkungsfaktor  $GT^{**}$  multipliziert worden ist, zu dem integrierten Wert der Schlupfratenabweichung  $\int \Delta St^{**}$  addiert wird, welcher in dem vorhergehenden Zyklus dieser Routine erhalten worden ist, um den integrierten Wert für die Schlupfratenabweichung  $\int \Delta St^{**}$  in

DE 197 46 889 A 1

15

dem gegenwärtigen Zyklus zu erhalten. Falls der absolute Wert der Schlupfratenabweichung  $|\Delta S^{**}|$  kleiner ist als der vorbestimmte Wert  $K_a$ , dann schreitet das Programm zu Schritt 403 fort, in welchem der integrierte Wert der Schlupfratenabweichung  $\Delta S^{**}$  auf Null (0) zurückgesetzt wird. Anschließend schreitet das Programm zu den Schritten 407 bis 410 fort, in welchen die Schlupfratenabweichung  $\Delta S^{**}$  auf einen Wert begrenzt wird, welcher gleich oder kleiner ist als ein oberer Grenzwert  $K_b$  oder welcher gleich oder größer ist als ein unterer Grenzwert  $K_c$ . Falls die Schlupfratenabweichung  $\Delta S^{**}$  größer ist als der obere Grenzwert  $K_b$ , dann wird er auf den Wert  $K_b$  in Schritt 508 festgesetzt, wohingegen dann, wenn die Schlupfratenabweichung  $\Delta S^{**}$  kleiner ist als der untere Grenzwert  $K_c$ , dann wird dieser auf den Wert  $K_c$  in Schritt 410 festgesetzt.

Hierauf schreitet das Programm zu Schritt 411 fort, in welchem ein Parameter  $Y^{**}$  für das Bereitstellen einer Hydraulikdrucksteuerung in jedem Steuerungsmodus anhand der nachfolgenden Gleichung berechnet wird:

$$Y^{**} = G_s^{**} \cdot (\Delta S^{**} + I \Delta S^{**})$$

wobei " $G_s^{**}$ " ein Verstärkungsfaktor ist, der erhalten wird im Ansprechen auf den Fahrzeugschlupfwinkel  $\beta$  und in Übereinstimmung mit einem Diagramm, welches durch eine durchgezogene Linie in der Fig. 12 dargestellt ist. Das Programm schreitet ferner zu Schritt 412 fort, in dem ein weiterer Parameter  $X^{**}$  berechnet wird anhand der nachfolgenden Gleichung

$$X^{**} = G_d^{**} \cdot \Delta DV_{so}^{**}$$

wobei " $G_d^{**}$ " ein Verstärkungsfaktor ist, der einen konstanten Wert darstellt, wie durch eine unterbrochene Linie in der Fig. 12 gezeigt wird. Auf der Basis der Parameter  $X^{**}$  und  $Y^{**}$  wird ein Drucksteuerungsmodus für jedes Rad in Schritt 413 in Übereinstimmung mit einer Steuerungskarte erhalten, welche in der Fig. 11 gezeigt ist. Die Steuerungskarte hat eine Druckschnellverringungszone, eine Druckimpulsverringungszone, eine Druckhaltezone, eine Druckimpulserhöhungszone, sowie eine Druckschnellerhöhungszone die fortlaufend vorgesehen sind, wie in der Fig. 11 dargestellt ist, so daß eine der Zonen in Übereinstimmung mit den Parametern  $X^{**}$  und  $Y^{**}$  in Schritt 413 ausgewählt wird. In dem Fall, in welchem kein Steuerungsmodus ausgeführt wird, wird kein Drucksteuerungsmodus vorgesehen (d. h., die Solenoide sind ausgeschaltet). In Schritt 414 wird eine Druckerhöhung und Verringerungs-Kompensationssteuerung ausgeführt, die erforderlich ist, um den ersten Übergang und den letzten Übergang des Hydraulikdrucks zu glätten, wenn in die gegenwärtig ausgewählte Zone von der vorübergehend ausgewählten Zone in Schritt 413 gewechselt wird, d. h., beispielsweise von der Druckerhöhungszone in die Druckverringungszone gewechselt wird oder umgekehrt. Wenn die Zone geändert wird, beispielsweise von der Druckschnellverringungszone in die Druckimpulserhöhungszone, dann wird eine Druckschnellerhöhungssteuerung für eine Zeitperiode ausgeführt, welche auf der Basis einer Periode bestimmt wird, während welcher ein Druck-schnellverringungsmodus ange dauert hat, der unmittelbar vor der Druckschnellerhöhungssteuerung vorgesehen war. Schließlich schreitet das Programm zu Schritt 415 fort, in welchem das Solenoid jedes Ventils in der Hydraulikdrucksteuerungseinrichtung PC erregt oder entregt wird und zwar in Übereinstimmung mit dem Modus, welcher durch die ausgewählte Drucksteuerungszone bestimmt wird oder der Druckerhöhung- und Verringerungskompensationssteuerung, um hierdurch die Bremskraft bzw. den Bremsdruck zu

16

steuern bzw. zu regeln, welcher an jedes Rad angelegt ist.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Lenkungssteuerung durch Bremsung ungeachtet eines Niederdrückens des Bremspedals BP ausgeführt, um die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und/oder die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung zu erhalten. Darüber hinaus wird gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Bremskraft bzw. der Bremsdruck geregelt, um ein Giermoment zu erzeugen, in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges und zwar im Ansprechen auf das Ergebnis, welches durch die Höhensensoren HS1 bis HS4 erfaßt wird, so daß eine stabile Kurvenbewegung des Fahrzeuges gewährleistet wird. Wie vorstehend bereits ausgeführt wurde, wird die Bremskraft bzw. der Bremsdruck entsprechend der Schlupfrate gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel geregelt. Für einen gewünschten Parameter zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung können jedoch jede gewünschte Parameter entsprechend dem Bremsdruck bzw. der Bremskraft, welcher an jedes Rad angelegt wird, unterschiedlich zu der Schlupfrate verwendet werden, wie beispielsweise der Hydraulikdruck in jedem Radbremszylinder.

Im Gegensatz zu dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel, wobei die Bremskraft gesteuert wird, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges zu erzeugen und zwar im Ansprechen auf das Ergebnis, welches von den Höhensensoren HS1 bis HS4 erfaßt worden ist, so kann das Beispiel demart angeordnet sein, daß die Bremskraft gesteuert wird und/oder die Antriebskraft gesteuert wird (durch Steuern der Drosselsteuerungseinrichtung TH), um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu verringern im Ansprechen auf das Ergebnis, welches durch die Höhensensoren HS1 bis HS4 erfaßt worden ist. Mit solch einer vorgesehenen Fahrzeuggeschwindigkeitsverringereinrichtung kann folglich eine stabile Kurvenbewegung des Fahrzeuges ausgeführt werden durch Verringern der Fahrzeuggeschwindigkeit im Ansprechen auf das Ergebnis, welches von den Höhensensoren HS1 bis HS4 geliefert wird.

Anstelle der Höhensensoren HS1 bis HS4 kann ein Kipp- oder Wanksensor für das direkte Erfassen des Rollwinkels wie beispielsweise ein Rollsensor verwendet werden zur Erfassung der Fahrzeugkippsstellung bzw. der Fahrzeugneigung. Es kann aber auch die Fahrzeugneigung bzw. die Fahrzeugkippsstellung auf der Basis der Signale abgeschätzt werden, welche durch den Seitenbeschleunigungssensor abgegeben werden, so daß das abgeschätzte Ergebnis stellvertretend für die Fahrzeugkippsstellung verwendet werden kann. Darüber hinaus kann die Fahrzeugkippsstellung bzw. Kippstellung abgeschätzt werden auf der Basis einer Differenz zwischen einer Last, die auf das innerhalb der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad sich anordnenden Rads angelegt wird und der Last, die auf das auf der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad sich anordnenden Rads angelegt wird, wenn sich das Fahrzeug in Kurvenbewegung befindet. Die Differenz zwischen diesen zwei Lasten kann auf der Basis einer Druckdifferenz zwischen einem Reifen, der sich innerhalb der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad anordnet und einem anderen Reifen, der sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad sich anordnet oder der Radgeschwindigkeitsdifferenz zwischen den Rädern, welche sich an der Innenseite und Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfad anordnen abgeschätzt werden.

Es sollte jedoch für einen Fachmann errichtlich sein, daß die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich illustrativ zu betrachten sind, wobei jedoch diese jedi-

## DE 197 46 889 A 1

17

lich eine Auswahl von vielen möglichen speziellen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung darstellen. Zahlreiche unterschiedliche Anordnungen können in einfacher Weise für einen Durchschnittsfachmann der Beschreibung entnommen werden, ohne das hierbei von dem Umfang und Geist der Erfindung gemäß den nachfolgenden Ansprüchen abgewichen wird.

Die vorliegende Erfindung ist auf ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gerichtet zur Aufrechterhaltung der Fahrzeugstabilität selbst in dem Fall, in welchem sich das Fahrzeug neigt, wenn das Fahrzeug sich in Kurvenbewegung befindet, wobei eine Bremskraftsteuerungseinheit vorgesehen ist, für das Steuern einer Bremskraft, welche an jedem der vorderen und hinteren Räder des Fahrzeuges angelegt wird. Das System hat eine Neigungserfassungseinheit, welche eine Neigung einer normalen Achse des Fahrzeuges zu dessen vertikaler Achse erfaßt sowie eine Kurvenbestimmungseinheit, welche einen Kurvenzustand des Fahrzeuges einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem bestimmt. Eine Giermomentsteuerungseinheit ist vorgesehen für das Steuern der Bremskraftsteuerungseinheit, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges entsprechend der Neigung zu erzeugen, welche durch die Neigungserfassungseinheit erfaßt ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

## Patentansprüche

1. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem zur Aufrechterhaltung der Stabilität eines Kraftfahrzeuges, wenn sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet, mit folgenden Bauteilen:  
 einer Bremskraftsteuerungseinrichtung zur Steuerung einer Bremskraft, die an jedem der vorderen und hinteren Räder eines Fahrzeuges anliegt,  
 eine Kipperfassungseinrichtung zur Erfassung einer Kippstellung einer normalen Achse des Fahrzeuges zu einer vertikalen Achse von diesem,  
 eine Kurvenfassungseinrichtung zur Erfassung eines Kurvenzustands des Fahrzeuges einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem und  
 eine Giermomentsteuerungseinrichtung für das Steuern der Bremskraftsteuerungseinrichtung zur Erzeugung eines Giermoments in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges im Ansprechen auf die Kippstellung, welche durch die Kipperfassungseinrichtung erfaßt ist, wenn die Kurvenfassungseinrichtung bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.
2. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Giermomentsteuerungseinrichtung dafür vorgesehen ist, eines der vorderen Räder des Fahrzeuges, welches sich auf der Außenseite einer Kurve des Fahrzeugbewegungsweges befindet entsprechend dem Ergebnis der Kurvenfassungseinrichtung auswählt, und dafür vorgesehen ist, die Bremskraftsteuerungseinrichtung zu steuern, um die Bremskraft an das eine der vorderen Räder, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungsweges befindet, im Ansprechen auf die Kippstellung anzulegen, welche durch die Kipperfassungseinrichtung erfaßt ist.
3. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch  
 eine Geschwindigkeitserfassungseinrichtung zur Erfassung einer Radgeschwindigkeit jedes Rads des Fahrzeuges, wobei die Giermomentsteuerungseinrich-

18

tung folgende Elemente hat:

eine Soll-Schlupfrateneinstelleinrichtung zur Einstellung einer Soll-Schlupfrate für jedes Rad des Fahrzeuges entsprechend der Kippstellung, welche durch die Kipperfassungseinrichtung erfaßt ist,

eine Ist-Schlupfratenmeßeinrichtung für das Messen einer Ist-Schlupfrate jedes Rads des Fahrzeuges und eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung für das Berechnen einer Abweichung zwischen der Sollschlupfrate und der Ist-Schlupfrate, wobei die Giermomentsteuerungseinrichtung die Bremskraftsteuerungseinrichtung entsprechend der Abweichung steuert, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung errechnet ist.

4. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch  
 eine Antriebskraftsteuerungseinrichtung für das Steuern einer Antriebskraft, die an das Fahrzeug angelegt wird und

eine Geschwindigkeitsverringereinrichtung für das Steuern zumindest einer der nachfolgenden Einrichtungen nämlich der Bremskraftsteuerungseinrichtung und der Antriebskraftsteuerungseinrichtung, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges entsprechend der Kippstellung zu verringern, welche durch die Kipperfassungseinrichtung erfaßt ist, wenn die Kurvenbestimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

5. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Giermomentsteuerungseinrichtung dafür vorgesehen ist, eines der vorderen Räder des Fahrzeuges, welches sich auf der Außenseite der Kurve in dem Fahrzeugbewegungsweg anordnet, entsprechend dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinrichtung auswählt, und welches dafür vorgesehen ist, die Bremskraftsteuerungseinrichtung so zu steuern, um die Bremskraft an das eine der Vorderräder, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungsweges anordnet, entsprechend der Kippstellung anzulegen, welche durch die Kipperfassungseinrichtung erfaßt ist.

6. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Radgeschwindigkeitserfassungseinrichtung für das Erfassen einer Radgeschwindigkeit jedes Rads des Fahrzeuges, wobei die Giermomentsteuerungseinrichtung folgende Elemente hat:

eine Sollschlupfrateneinstelleinrichtung für das Einstellen einer Sollschlupfrate für jedes Rad des Fahrzeuges entsprechend der Kippstellung, welche durch die Kipperfassungseinrichtung erfaßt ist,

eine Ist-Schlupfratenmeßeinrichtung für das Messen einer Ist-Schlupfrate jedes Rads des Fahrzeuges und eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung für das Berechnen einer Abweichung zwischen der Sollschlupfrate und der Ist-Schlupfrate, wobei die Giermomentsteuerungseinrichtung die Bremskraftsteuerungseinrichtung entsprechend der Abweichung steuert, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung berechnet ist.

7. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kipperfassungseinrichtung dafür vorgesehen ist, die Kippstellung des Fahrzeuges auf der Basis eines Rollwinkels um eine Längsachse des Fahrzeuges zu erfassen.

8. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem zur Aufrechterhaltung der Stabilität eines Kraftfahrzeuges, insbesondere wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewe-

DE 197 46 889 A 1

19

20

gung befindet mit folgenden Elementen:  
ein Bremskraftsteuerungseinrichtung für das Steuern  
der Bremskraft, die an jedes Fahrzeugrad angelegt  
wird,  
eine Antriebskraftsteuerungseinrichtung für das Steuern  
einer Antriebskraft, die an das Fahrzeug angelegt  
wird,  
eine Kipperfassungseinrichtung für das Erfassen einer  
Kippstellung einer Normalachse des Fahrzeuges zu einer  
Vertikalachse von diesen,  
eine Kurvenbestimmungseinrichtung zur Bestimmung  
eines Kurvenzustands des Fahrzeuges einschließlich einer  
Kurvengerichtung von diesen und  
eine Geschwindigkeitsverringereinrichtung für  
das Steuern von zumindest einem der nachfolgenden  
Einrichtungen nämlich der Bremskraftsteuerungsein-  
richtung und der Antriebskraftsteuerungseinrichtung,  
um eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges entsprechend  
der Kippstellung zu verringern, welche durch die Kip-  
perfassungseinrichtung erfaßt ist, wenn die Kurvenbe-  
stimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Fahr-  
zeug in Kurvenfahrt befindet.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

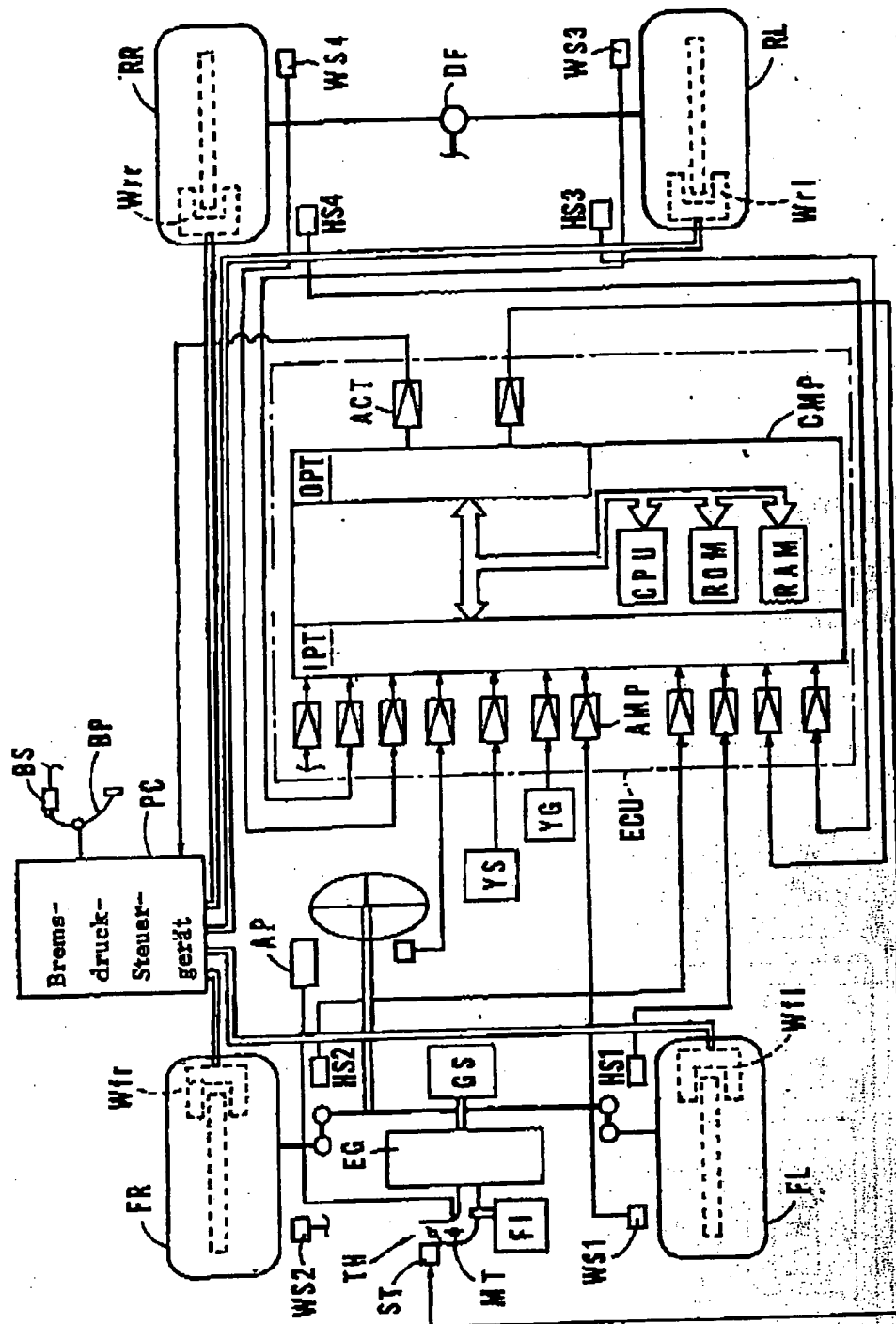


**ZEICHNUNGEN SEITE 2**

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Offenlegungstag:

DE 197 45 889 A1  
B 60 T 8/24  
20. Mai 1988

**FIG. 2**





**ZEICHNUNGEN SEITE 3**

Nummer:  
Int. Cl.<sup>8</sup>:  
Offenlegungstag:

DE 19746 889 A1  
B 60 T 8/24  
20. Mai 1998

FIG. 3

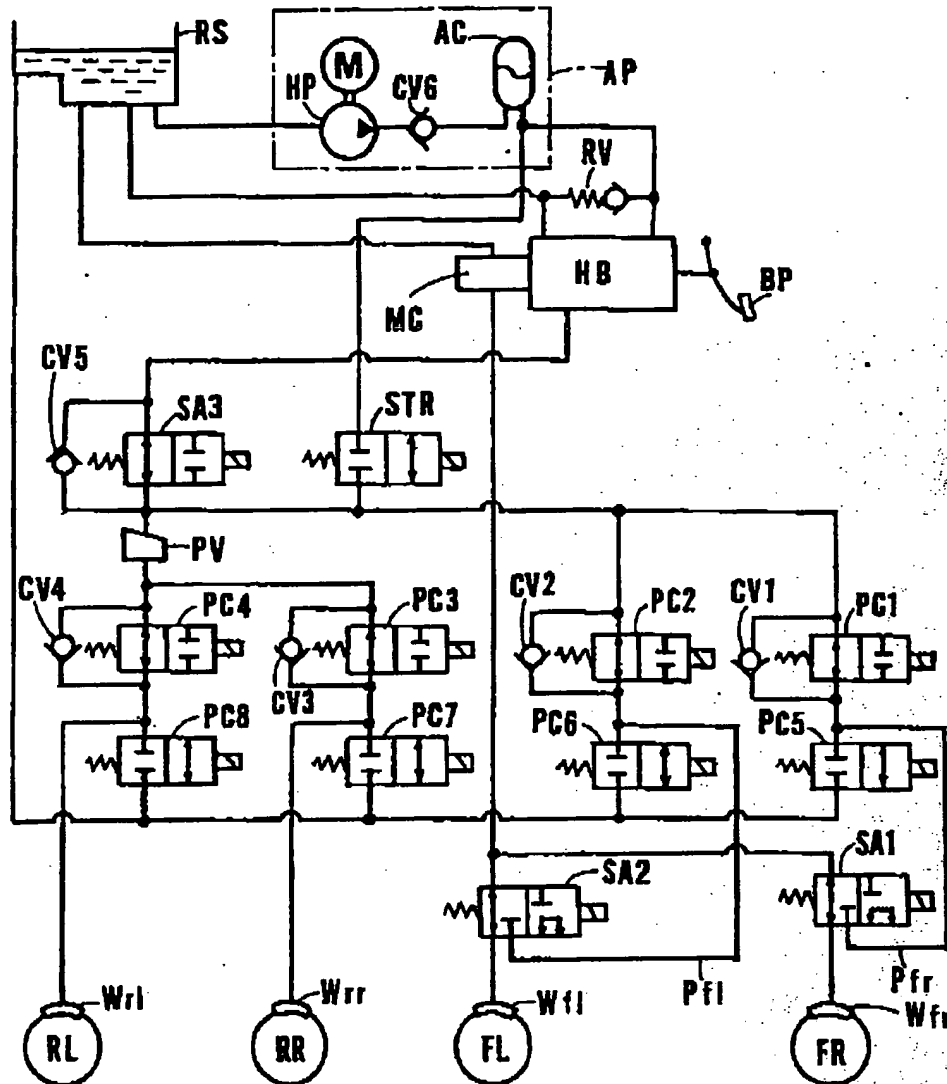


FIG. 4

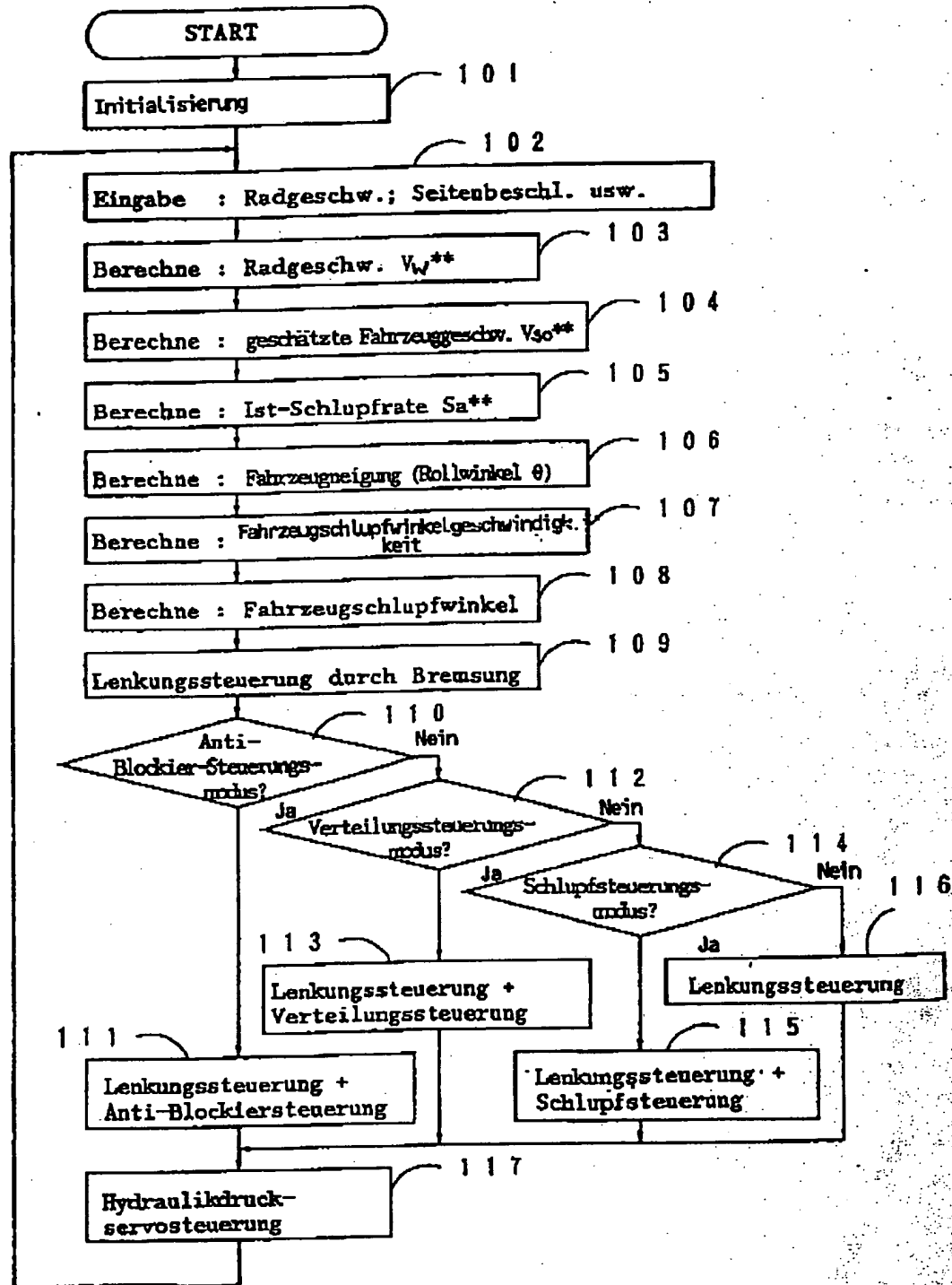


FIG. 5

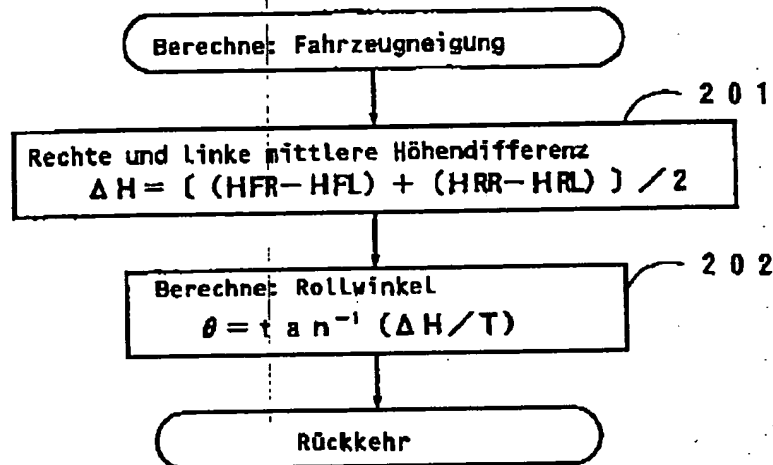


FIG. 6

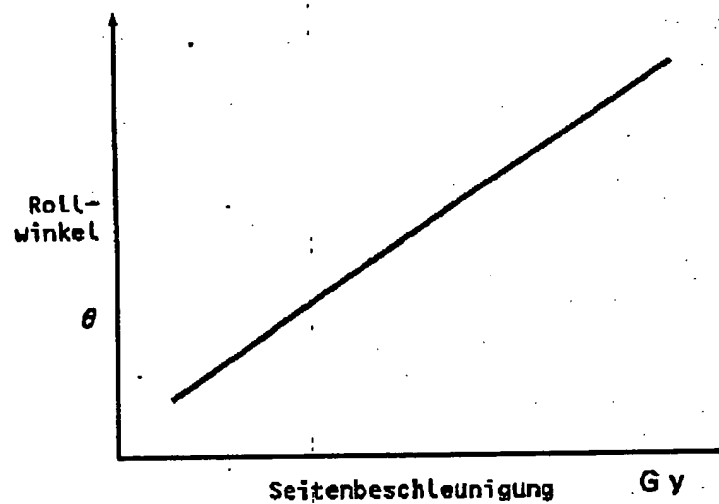


FIG. 7

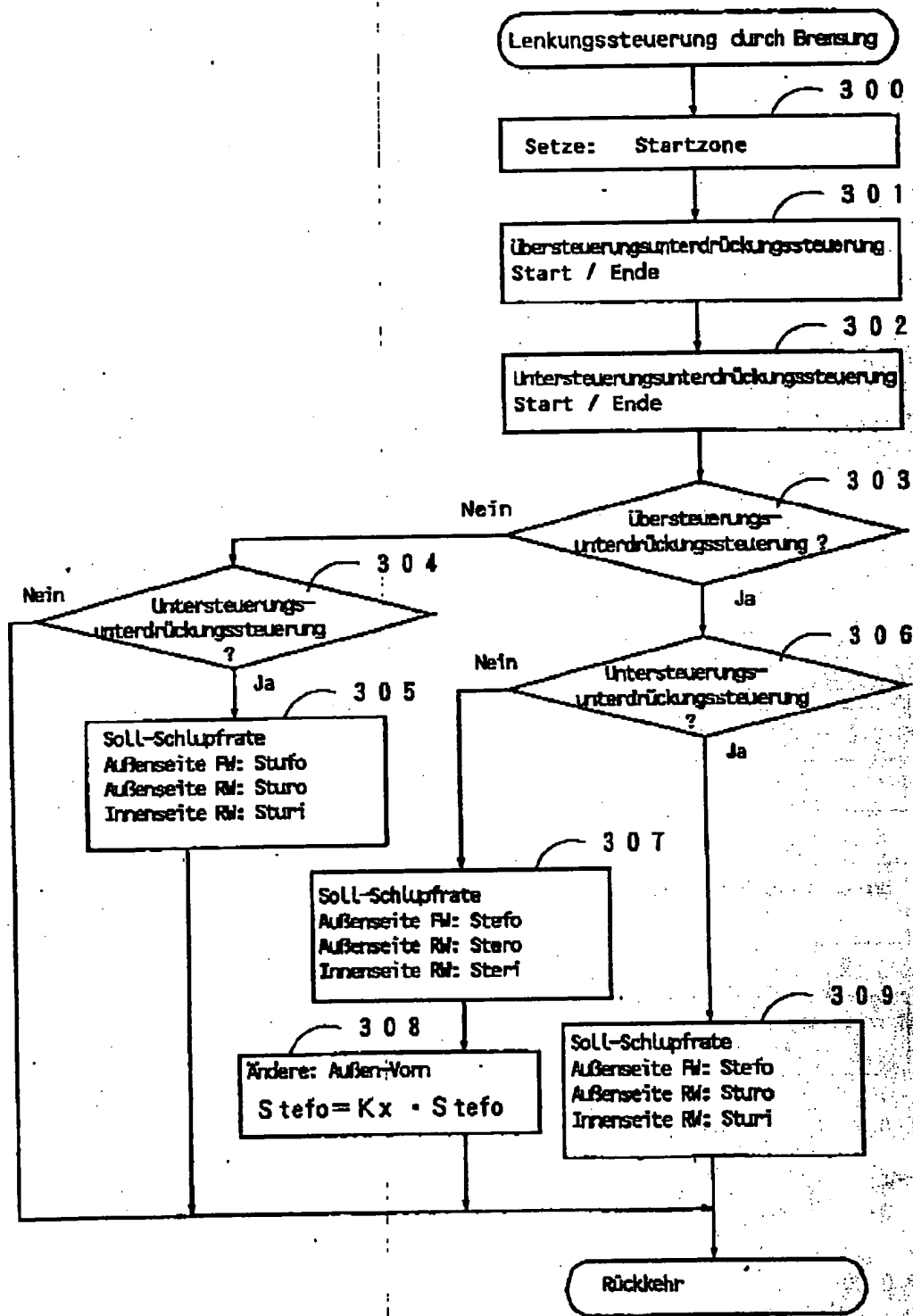


FIG. 8

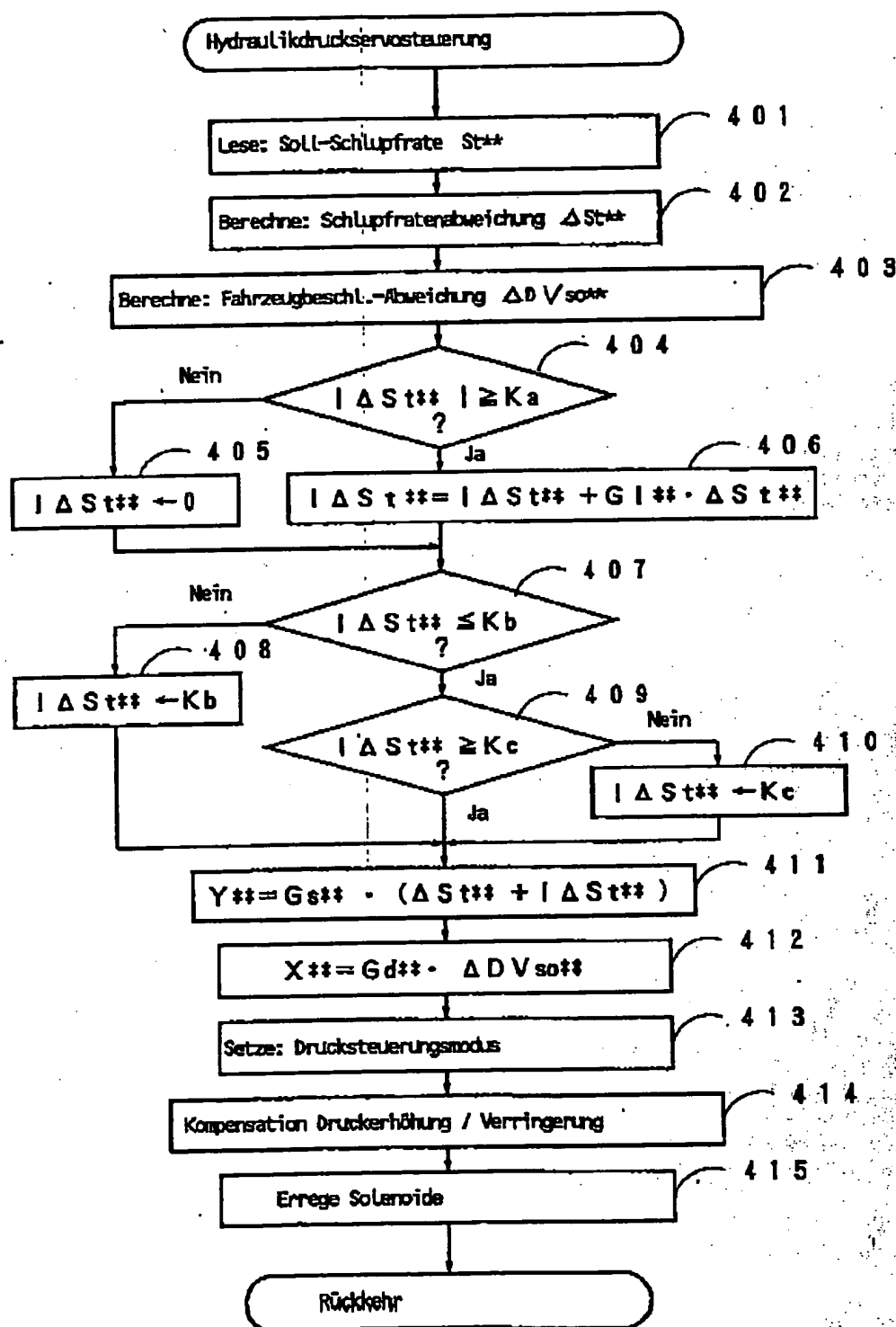


FIG. 9

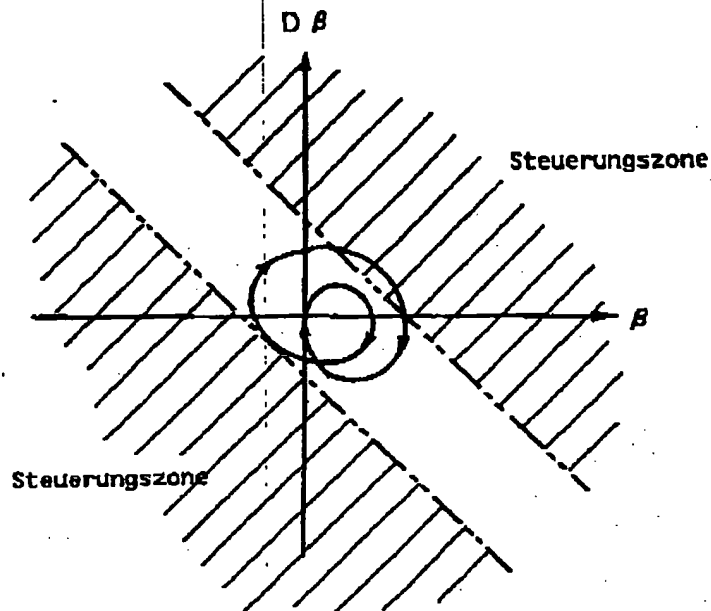
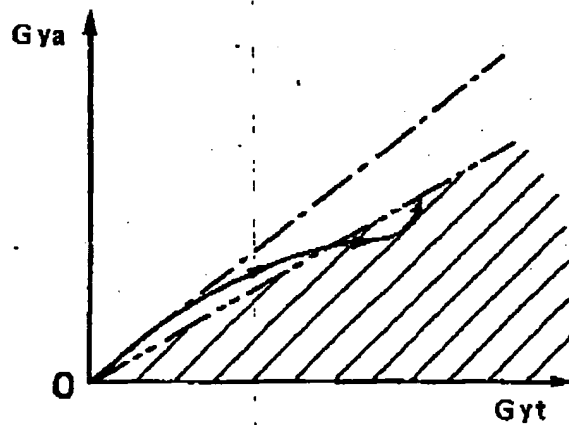


FIG. 10





ZEICHNUNGEN SEITE 9

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Offenlegungstag:DE 197 46 883 A1  
B 60 T 8/24  
20. Mai 1998

FIG. 11

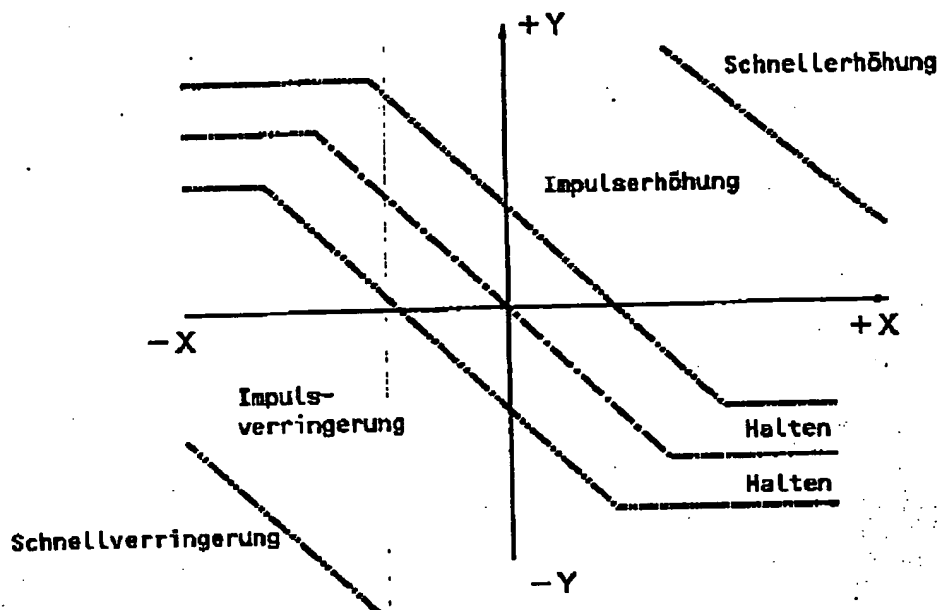


FIG. 12

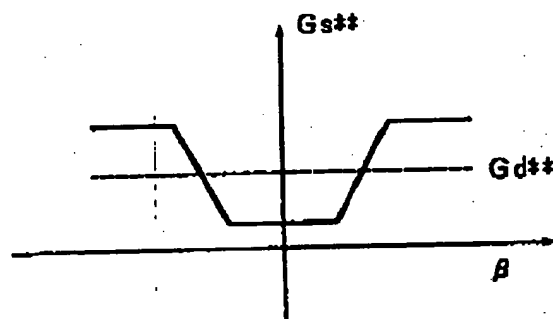


FIG. 13

